

"Express Mail" mailing label number EV 327 136 977 US  
Date of Deposit 11/17/03

Our File No. 9281-4696  
Client Reference No. N US02177

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of: )  
Kiyoshi Sato et al. )  
Serial No. To Be Assigned )  
Filing Date: Herewith )  
For: Thin Film Magnetic Head Including Coil )  
Wound In Toroidal Shape And Method )  
For Manufacturing The Same )

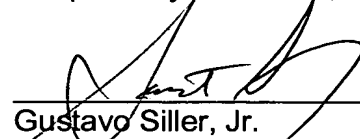
**SUBMISSION OF CERTIFIED COPIES OF PRIORITY DOCUMENTS**

Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Transmitted herewith are certified copies of priority documents Japanese Patent Application Nos. 2002-339365 filed on November 22, 2002; 2003-066275 filed on March 12, 2003; and 2003-293381 filed on August 14, 2003 for the above-named U.S. application.

Respectfully submitted,

  
\_\_\_\_\_  
Gustavo Siller, Jr.  
Registration No. 32,305  
Attorney for Applicants  
Customer Number 00757

BRINKS HOFER GILSON & LIONE  
P.O. BOX 10395  
CHICAGO, ILLINOIS 60610  
(312) 321-4200

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年11月22日  
Date of Application:

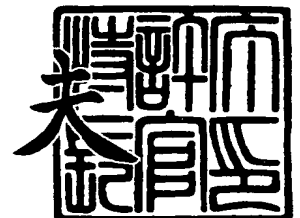
出願番号 特願2002-339365  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2002-339365]

出願人 アルプス電気株式会社  
Applicant(s):

2003年 8月14日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3065909

【書類名】 特許願

【整理番号】 021229AL

【提出日】 平成14年11月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/31

【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社  
社内

【氏名】 佐藤 清

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社  
社内

【氏名】 森田 澄人

【特許出願人】

【識別番号】 000010098

【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社

【代表者】 片岡 政隆

【代理人】

【識別番号】 100085453

【弁理士】

【氏名又は名称】 野▲崎▼ 照夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100121049

【弁理士】

【氏名又は名称】 三輪 正義

**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 041070**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 記録媒体との対向面からハイト方向に延びて形成された下部コア層上に、前記対向面からハイト方向に所定長さで形成された隆起層と、前記隆起層のハイト方向後端面からハイト方向に所定距離離れて形成されたバックギャップ層とが形成され、

前記下部コア層、前記隆起層及びバックギャップ層で囲まれた空間内に、トラック幅方向に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向に傾斜して延び、且つ互いに平行に形成された複数本の第 1 コイル片がハイト方向に並んで形成され、この第 1 コイル片上はコイル絶縁層で覆われ、

各第 1 コイル片のトラック幅方向における端部から接続層が突出形成され、

前記コイル絶縁層の上面、前記隆起層の上面、前記バックギャップ層の上面及び前記接続層の上面が共に同じ平坦化面で形成され、

前記隆起層とバックギャップ層間を繋ぎ、前記対向面でのトラック幅方向における幅寸法でトラック幅  $T_w$  が決定される磁極層が前記コイル絶縁層、隆起層及びバックギャップ層の平坦化面上に形成され、

前記磁極層上に絶縁層を介して、トラック幅方向に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向に傾斜して延びるとともに前記第 1 コイル片と非平行を成し、且つ互いに平行に形成された複数本の第 2 コイル片がハイト方向に並んで形成され、

各第 2 コイル片のトラック幅方向における端部が、前記平坦化面から露出した接続層の上面に電氣的に接続されて、前記第 1 コイル片、接続層及び第 2 コイル片を有するトロイダル状のコイル構造が形成されることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】 記録媒体との対向面からハイト方向に延びて形成された下部コア層上に、前記対向面からハイト方向に所定長さで形成された隆起層と、前記隆起層のハイト方向後端面からハイト方向に所定距離離れて形成されたバックギャップ層とが形成され、

前記下部コア層、前記隆起層及びバックギャップ層で囲まれた空間内に、トラック幅方向に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向に傾斜して延び、且つ互いに平行に形成された複数本の第1コイル片がハイト方向に並んで形成され、この第1コイル片上はコイル絶縁層で覆われ、

前記コイル絶縁層、隆起層及びバックギャップ層上に前記隆起層とバックギャップ層間を繋ぎ、前記対向面でのトラック幅方向における幅寸法でトラック幅  $T_w$  が決定される磁極層が形成され、前記磁極層上は絶縁層で覆われ、この絶縁層の上面は平坦化面で形成され、前記平坦化面と同一面上に、各第1コイル片のトラック幅方向における端部と電氣的に接続する接続層の上面が露出し、

トラック幅方向に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向に傾斜して延びるとともに前記第1コイル片と非平行を成し、且つ互いに平行に形成された複数本の第2コイル片が、前記絶縁層の平坦化面上に形成されるとともに、各第2コイル片のトラック幅方向における端部が、前記平坦化面から露出した接続層の上面に電氣的に接続されて、前記第1コイル片、接続層及び第2コイル片を有するトロイダル状のコイル構造が形成されることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 記録媒体との対向面からハイト方向に延びて形成された下部コア層上に、前記対向面からハイト方向に所定長さで形成された隆起層と、前記隆起層のハイト方向後端面からハイト方向に所定距離離れて形成されたバックギャップ層とが形成され、

前記下部コア層、前記隆起層及びバックギャップ層で囲まれた空間内に、トラック幅方向に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向に傾斜して延び、且つ互いに平行に形成された複数本の第1コイル片がハイト方向に並んで形成され、この第1コイル片上はコイル絶縁層で覆われ、

各第1コイル片のトラック幅方向における端部から下側接続層が突出形成され、

前記コイル絶縁層の上面、前記隆起層の上面、前記バックギャップ層の上面及び前記下側接続層の上面が共に同じ平坦化面で形成され、

前記隆起層とバックギャップ層間を繋ぎ、前記対向面でのトラック幅方向における幅寸法でトラック幅  $T_w$  が決定される磁極層が前記コイル絶縁層、隆起層及

びバックギャップ層の平坦化面上に形成され、前記磁極層の上面は絶縁層で覆われ、

この絶縁層の上面は平坦化面で形成され、前記平坦化面からは、前記下側接続層と電氣的に接続された上側接続層の上面が前記平坦化面と同一面上で露出し、

トラック幅方向に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向に傾斜して延びるとともに前記第1コイル片と非平行を成し、且つ互いに平行に形成された複数本の第2コイル片が、前記絶縁層の平坦化面上に形成されるとともに、各第2コイル片のトラック幅方向における端部が、前記平坦化面から露出した上側接続層に電氣的に接続されて、前記第1コイル片、下側接続層、上側接続層及び第2コイル片を有するトロイダル状のコイル構造が形成されることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 前記磁極層は少なくとも下から下部磁極層、ギャップ層及び上部磁極層の順に構成された積層構造である請求項1ないし3のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 以下の工程を有することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

(a) 記録媒体との対向面からハイト方向に下部コア層を延ばして形成する工程と、

(b) 前記下部コア層上にコイル絶縁下地層を形成した後、所定領域の前記コイル絶縁下地層上に、トラック幅方向に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向に傾斜して延び、且つ互いに平行に形成された複数本の第1コイル片をハイト方向に並べて形成する工程と、

(c) 前記下部コア層上であって前記対向面からハイト方向に前記第1コイル片と接触しない位置で隆起層を形成し、前記隆起層のハイト方向後端面からハイト方向に離して、且つ前記第1コイル片と接触しない位置での前記下部コア層上にバックギャップ層を形成するとともに、各第1コイル片のトラック幅方向の端部から接続層を突出形成する工程と、

(d) 前記第1コイル片上をコイル絶縁層で埋めた後、前記隆起層の上面、前記コイル絶縁層の上面、バックギャップ層の上面及び接続層の上面が同じ平坦化面

となるまで、前記コイル絶縁層、隆起層、コイル絶縁層及び接続層を削る工程と

(e) 前記コイル絶縁層、隆起層及びバックギャップ層の平坦化面上に、前記隆起層とバックギャップ層間を繋ぎ、前記対向面でのトラック幅方向における幅寸法でトラック幅  $T_w$  が決定される磁極層を形成する工程と、

(f) 前記磁極層上に絶縁層を形成し、この絶縁層の上にトラック幅方向に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向に傾斜して延びるとともに前記第1コイル片と非平行を成し、且つ互いに平行に形成された複数本の第2コイル片をハイト方向に並べて形成するとともに、各第2コイル片のトラック幅方向における端部を、前記平坦化面から露出した接続層の上面に接続して、前記第1コイル片、接続層及び第2コイル片を有するトロイダル状のコイル構造を形成する工程。

【請求項6】 前記(c)工程で、前記隆起層、バックギャップ層及び接続層を同じ材質で且つ同時に形成する請求項5記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項7】 前記(f)工程に代えて以下の工程を有する請求項5または6に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

(g) 前記接続層上に、前記磁極層の上面よりも高い位置にまで延びる上側接続層を形成する工程と、

(h) 前記磁極層上を絶縁層で覆い、前記上側接続層の上面と前記絶縁層の上面が同じ平坦化面になるまで、前記絶縁層及び上側接続層を削る工程と、

(i) 前記絶縁層の平坦化面上にトラック幅方向に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向に傾斜して延びるとともに前記第1コイル片と非平行を成し、且つ互いに平行に形成された複数本の第2コイル片をハイト方向に並べて形成するとともに、各第2コイル片のトラック幅方向における端部を、前記平坦化面から露出した上側接続層の上面に接続して、第1コイル片、接続層、上側接続層及び第2コイル層を有するトロイダル状のコイル構造を形成する工程。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば浮上式磁気ヘッドなどに使用される記録用の薄膜磁気ヘッド



に係り、特に、磁極層を挟んで上下に形成される第1コイル片と第2コイル片との電氣的な接続を確実且つ容易に行うことができるとともに、前記磁極層を平坦化面上に形成することが可能な薄膜磁気ヘッド及びその製造方法に関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

以下に示す公知文献には、いずれもインダクティブヘッド（記録用ヘッド）を構成するコアの周りをトロイダル状に巻回されたコイル層の構成が開示されている。

#### 【0003】

前記コア層の周囲の三次元的な空間を有効活用するには、前記コイル層をトロイダル状にすることが好ましく、これによってインダクティブヘッドの小型化を実現できるとともに、磁化効率も良好になると期待された。

#### 【0004】

##### 【特許文献1】

特開平11-273028号公報

##### 【特許文献2】

特開2000-311311号

##### 【特許文献3】

特開2002-170205号

##### 【特許文献4】

US 6, 335, 846 B1

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら上記した特許文献に記載されたトロイダル状のコイル構造には以下のような問題点がある。

#### 【0006】

これら文献ではいずれもコア層（例えば上部コア層）の下側に形成された下側コイル層と、前記コア層の上側に形成された上側コイル層とを接続部を介して電氣的に接続することが記載されているが、この接続層は例えば、前記下側コイル

層上に形成された絶縁層を掘り込んで前記下側コイル層にまで通じる貫通孔を形成し、この貫通孔からメッキ層を成長させて形成するとしている。

#### 【0007】

ところが、前記下側コイル層は狭い領域内に複数本密集して形成されており、また各文献を見ると前記接続層の平面での大きさは下部コイル層の幅よりも小さくしていることから、各下側コイル層にまで通じる貫通孔を形成するには、かなり高精度なエッチング技術が無いと現実的に難しい。また前記エッチングによって下側コイル層を損傷させる可能性も高い。

#### 【0008】

また前記貫通孔内から接続層をメッキ成長させるといっても、前記貫通孔がきちんと前記下側コイル層の上面まで届くように掘り込まれていないと適切なメッキ成長がなされず、また前記接続層が例えば前記貫通孔の途中までしかメッキ形成されなかったりすると上側コイル層との電氣的な接続が不安定化しやすい。

#### 【0009】

さらに前記下側コイル層上に形成される絶縁層の上面は、前記下側コイル層と下部コア層間の段差などによってうねり、このようなうねりのある前記絶縁層の上面に上部コア層を形成しなければならず従って前記上部コア層を所定形状にパターン形成できないとともに、そもそもうねりのある絶縁層に上記した貫通孔を所定の形状で形成することは難しく、さらに前記上部コア層の上に別の絶縁層を介して形成される上側コイル層もうねりのある表面に形成されるため、前記上側コイル層と下側コイル層との接続層を介した電氣的な接続が不安定化しやすい。

#### 【0010】

そこで本発明は上記従来の課題を解決するためのものであり、特に、磁極層を挟んで上下に形成される第1コイル片と第2コイル片との電氣的な接続を確実且つ容易に行うことができるとともに、前記磁極層を平坦化面上に形成することが可能な薄膜磁気ヘッド及びその製造方法を提供することを目的としている。

#### 【0011】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の薄膜磁気ヘッドは、記録媒体との対向面からハイト方向に延びて形成

された下部コア層上に、前記対向面からハイト方向に所定長さで形成された隆起層と、前記隆起層のハイト方向後端面からハイト方向に所定距離離れて形成されたバックギャップ層とが形成され、

前記下部コア層、前記隆起層及びバックギャップ層で囲まれた空間内に、トラック幅方向に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向に傾斜して延び、且つ互いに平行に形成された複数本の第1コイル片がハイト方向に並んで形成され、この第1コイル片上はコイル絶縁層で覆われ、

各第1コイル片のトラック幅方向における端部から接続層が突出形成され、

前記コイル絶縁層の上面、前記隆起層の上面、前記バックギャップ層の上面及び前記接続層の上面が共に同じ平坦化面で形成され、

前記隆起層とバックギャップ層間を繋ぎ、前記対向面でのトラック幅方向における幅寸法でトラック幅  $T_w$  が決定される磁極層が前記コイル絶縁層、隆起層及びバックギャップ層の平坦化面上に形成され、

前記磁極層上に絶縁層を介して、トラック幅方向に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向に傾斜して延びるとともに前記第1コイル片と非平行を成し、且つ互いに平行に形成された複数本の第2コイル片がハイト方向に並んで形成され、

各第2コイル片のトラック幅方向における端部が、前記平坦化面から露出した接続層の上面に電氣的に接続されて、前記第1コイル片、接続層及び第2コイル片を有するトロイダル状のコイル構造が形成されることを特徴とするものである。

#### 【0012】

上記した発明では、下部コア層、隆起層及びバックギャップ層で囲まれた空間内に前記第1コイル片を形成し、前記第1コイル片上を覆うコイル絶縁層の上面を平坦化面で形成しているとともに、この平坦化面と同一面上に前記第1コイル片の端部から突出形成された接続層の上面を露出させている。

#### 【0013】

従って前記コイル絶縁層の上に形成される磁極層を平坦化面上に形成できるため、前記磁極層を所定形状に形成でき、この結果、トラック幅  $T_w$  を所定の寸法

で形成することが可能であり、さらに前記磁極層上に形成される第2コイル片と前記コイル絶縁層の上面から露出する接続層の上面とを确实且つ容易に接続させることができる。またコイル絶縁層及び接続層の上面を平坦化形成することで、薄膜磁気ヘッド全体の薄型化も図ることができる。

#### 【0014】

また本発明における薄膜磁気ヘッドは、記録媒体との対向面からハイト方向に延びて形成された下部コア層上に、前記対向面からハイト方向に所定長さで形成された隆起層と、前記隆起層のハイト方向後端面からハイト方向に所定距離離れて形成されたバックギャップ層とが形成され、

前記下部コア層、前記隆起層及びバックギャップ層で囲まれた空間内に、トラック幅方向に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向に傾斜して延び、且つ互いに平行に形成された複数本の第1コイル片がハイト方向に並んで形成され、この第1コイル片上はコイル絶縁層で覆われ、

前記コイル絶縁層、隆起層及びバックギャップ層上に前記隆起層とバックギャップ層間を繋ぎ、前記対向面でのトラック幅方向における幅寸法でトラック幅 $T_w$ が決定される磁極層が形成され、前記磁極層上は絶縁層で覆われ、この絶縁層の上面は平坦化面で形成され、前記平坦化面と同一面上に、各第1コイル片のトラック幅方向における端部と電氣的に接続する接続層の上面が露出し、

トラック幅方向に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向に傾斜して延びるとともに前記第1コイル片と非平行を成し、且つ互いに平行に形成された複数本の第2コイル片が、前記絶縁層の平坦化面上に形成されるとともに、各第2コイル片のトラック幅方向における端部が、前記平坦化面から露出した接続層の上面に電氣的に接続されて、前記第1コイル片、接続層及び第2コイル片を有するトロイダル状のコイル構造が形成されることを特徴とするものである。

#### 【0015】

この発明では前記磁極層上を覆う絶縁層が平坦化面で形成され、この平坦化面と同一面上に、各第1コイル片のトラック幅方向における端部と電氣的に接続する接続層の上面が露出している。

#### 【0016】

このため前記絶縁層上に形成される第2コイル片を所定形状で形成できるとともに、前記第2コイル片と第1コイル片との接続層を介した電氣的な接続を確実に且つ容易なものにすることが可能である。またこの発明では前記第2コイル片と前記磁極層間の絶縁を良好に保つことができるという利点もある。

【0017】

さらに本発明における薄膜磁気ヘッドは、記録媒体との対向面からハイト方向に延びて形成された下部コア層上に、前記対向面からハイト方向に所定長さで形成された隆起層と、前記隆起層のハイト方向後端面からハイト方向に所定距離離れて形成されたバックギャップ層とが形成され、

前記下部コア層、前記隆起層及びバックギャップ層で囲まれた空間内に、トラック幅方向に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向に傾斜して延び、且つ互いに平行に形成された複数本の第1コイル片がハイト方向に並んで形成され、この第1コイル片上はコイル絶縁層で覆われ、

各第1コイル片のトラック幅方向における端部から下側接続層が突出形成され、

前記コイル絶縁層の上面、前記隆起層の上面、前記バックギャップ層の上面及び前記下側接続層の上面とが共に同じ平坦化面で形成され、

前記隆起層とバックギャップ層間を繋ぎ、前記対向面でのトラック幅方向における幅寸法でトラック幅 $T_w$ が決定される磁極層が前記コイル絶縁層、隆起層及びバックギャップ層の平坦化面上に形成され、前記磁極層の上面は絶縁層で覆われ、

この絶縁層の上面は平坦化面で形成され、前記平坦化面からは、前記下側接続層と電氣的に接続された上側接続層の上面が前記平坦化面と同一面上で露出し、

トラック幅方向に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向に傾斜して延びるとともに前記第1コイル片と非平行を成し、且つ互いに平行に形成された複数本の第2コイル片が、前記絶縁層の平坦化面上に形成されるとともに、各第2コイル片のトラック幅方向における端部が、前記平坦化面から露出した上側接続層に電氣的に接続されて、前記第1コイル片、下側接続層、上側接続層及び第2コイル片を有するトロイダル状のコイル構造が形成されることを特徴とするもの

である。

【0018】

この発明では、前記第1コイル片上を覆うコイル絶縁層の上面を平坦化面とし、且つこの平坦化面と同一面上に前記第1コイル片の端部と電氣的に接続する下側絶縁層の上面を露出させるとともに、前記磁極層の上面を覆う絶縁層の上面を平坦化面とし、且つこの平坦化面と同一面上に前記下側接続層上に電氣的に接続された上側接続層の上面を露出させている。

【0019】

従って前記コイル絶縁層の上に形成される磁極層を平坦化面上に形成でき、前記磁極層を所定形状に形成できるため、トラック幅 $T_w$ を所定の大きさに形成することが可能であり、また前記絶縁層上に形成される第2コイル片を平坦化面上に形成できるため、前記第2コイル片を所定形状で形成できるとともに、前記第2コイル片と第1コイル片との接続層を介した電氣的な接続を確実且つ容易なものにすることが可能である。

【0020】

また本発明では、前記磁極層は少なくとも下から下部磁極層、ギャップ層及び上部磁極層の順に構成された積層構造であることが好ましい。

【0021】

少なくとも前記下部磁極層、ギャップ層及び上部磁極層の3層構造から成る磁極層を平坦化面上に形成できるため、トラック幅 $T_w$ を所定寸法で形成しやすくできると共に、短磁路化を図ることができる。

【0022】

また本発明における薄膜磁気ヘッドの製造方法は、以下の工程を有することを特徴とするものである。

(a) 記録媒体との対向面からハイト方向に下部コア層を延ばして形成する工程と、

(b) 前記下部コア層上にコイル絶縁下地層を形成した後、所定領域の前記コイル絶縁下地層上に、トラック幅方向に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向に傾斜して延び、且つ互いに平行に形成された複数本の第1コイル片をハイ

ト方向に並べて形成する工程と、

(c) 前記下部コア層上であって前記対向面からハイト方向に前記第1コイル片と接触しない位置で隆起層を形成し、前記隆起層のハイト方向後端面からハイト方向に離して、且つ前記第1コイル片と接触しない位置での前記下部コア層上にバックギャップ層を形成するとともに、各第1コイル片のトラック幅方向の端部から接続層を突出形成する工程と、

(d) 前記第1コイル片上をコイル絶縁層で埋めた後、前記隆起層の上面、前記コイル絶縁層の上面、バックギャップ層の上面及び接続層の上面が同じ平坦化面となるまで、前記コイル絶縁層、隆起層、コイル絶縁層及び接続層を削る工程と、

(e) 前記コイル絶縁層、隆起層及びバックギャップ層の平坦化面上に、前記隆起層とバックギャップ層間を繋ぎ、前記対向面でのトラック幅方向における幅寸法でトラック幅  $T_w$  が決定される磁極層を形成する工程と、

(f) 前記磁極層上に絶縁層を形成し、この絶縁層の上にトラック幅方向に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向に傾斜して延びるとともに前記第1コイル片と非平行を成し、且つ互いに平行に形成された複数本の第2コイル片をハイト方向に並べて形成するとともに、各第2コイル片のトラック幅方向における端部を、前記平坦化面から露出した接続層の上面に接続して、前記第1コイル片、接続層及び第2コイル片を有するトロイダル状のコイル構造を形成する工程。

### 【0023】

本発明における薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、前記(b)工程で下部コア層上にコイル絶縁下地層を介して前記第1コイル片を形成し、前記(c)工程で隆起部、バックギャップ層及び接続層の形成を行っている。このため前記(d)工程で前記第1コイル片上をコイル絶縁層で埋めた後、前記隆起層の上面、前記コイル絶縁層の上面、バックギャップ層の上面及び接続層の上面が同じ平坦化面となるように研削工程を施すことが可能である。

### 【0024】

この結果、前記(e)工程では平坦化された前記コイル絶縁層、隆起層及びバックギャップ層上に、隆起層とバックギャップ層間を繋ぐ磁極層を形成でき、前

記磁極層を所定の形状にて形成することが可能になるとともに、前記コイル絶縁層の上面と同じ平坦化面上に前記接続層の上面も露出しているため、前記（f）工程で前記第2コイル片のトラック幅方向における端部と前記接続層の上面とを確実且つ容易に電氣的に接続させることが可能である。

#### 【0025】

本発明では、前記（c）工程で、前記隆起層、バックギャップ層及び接続層を同じ材質で且つ同時に形成することが、製造工程の迅速化、及び前記接続層の形成を容易化できて好ましい。

#### 【0026】

また本発明では、前記（f）工程に代えて以下の工程を有するものであってもよい。

（g）前記接続層上に、前記磁極層の上面よりも高い位置にまで延びる上側接続層を形成する工程と、

（h）前記磁極層上を絶縁層で覆い、前記上側接続層の上面と前記絶縁層の上面が同じ平坦化面になるまで、前記絶縁層及び上側接続層を削る工程と、

（i）前記絶縁層の平坦化面上にトラック幅方向に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向に傾斜して延びるとともに前記第1コイル片と非平行を成し、且つ互いに平行に形成された複数本の第2コイル片をハイト方向に並べて形成するとともに、各第2コイル片のトラック幅方向における端部を、前記平坦化面から露出した上側接続層の上面に接続して、第1コイル片、接続層、上側接続層及び第2コイル層を有するトロイダル状のコイル構造を形成する工程。

#### 【0027】

この発明では、前記上側接続層の上面が、前記磁極層上を覆う絶縁層の上面と同じ平坦化面になるまで研削工程を施しており、この結果、前記第2コイル片を平坦化面上に形成できるとともに、前記第2コイル片と第1コイル片との端部間を上部接続層及び接続層を介して確実且つ容易に電氣的に接続させることが可能になっている。

#### 【0028】

#### 【発明の実施の形態】



図1は、本発明における第1実施形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分縦断面図、図2は図1に示す薄膜磁気ヘッドから隆起層32、保護層60、MRヘッド等を図面上除き、最も記録媒体との対向面側に形成された第1コイル片及び第2コイル片等を記録媒体との対向面側から見た部分正面図、図3は図1に示す薄膜磁気ヘッドのコイル構造の部分平面図、図4は図1に示す薄膜磁気ヘッドの一部の構造を示した部分拡大斜視図である。

#### 【0029】

なお以下では図示X方向をトラック幅方向と呼び、図示Y方向をハイト方向と呼ぶ。また図示Z方向は記録媒体（磁気ディスク）の進行方向である。また薄膜磁気ヘッドの前端面（図1に示す最左面）を「記録媒体との対向面」と呼ぶ。さらに各層において「前端面」とは図1における左側の面を指し「後端面」とは図1における右側の面を指す。

#### 【0030】

また図面を用いて説明する薄膜磁気ヘッドは、記録用ヘッド（インダクティブヘッドとも言う）と再生用ヘッド（MRヘッドとも言う）とが複合された薄膜磁気ヘッドであるが、記録用ヘッドのみで構成された薄膜磁気ヘッドであってもよい。

#### 【0031】

符号20はアルミナチタンカーバイド（ $Al_2O_3-TiC$ ）などで形成された基板であり、前記基板20上に $Al_2O_3$ 層21が形成されている。

#### 【0032】

前記 $Al_2O_3$ 層21上には、NiFe系合金やセンダストなどで形成された下部シールド層22が形成され、前記下部シールド層22の上に $Al_2O_3$ などで形成された下部ギャップ層23が形成されている。

#### 【0033】

前記下部ギャップ層23の上の記録媒体との対向面からハイト方向（図示Y方向）に所定の長さでスピバルブ型薄膜素子などのGMR素子に代表される磁気抵抗効果素子24が形成され、前記磁気抵抗効果素子24のトラック幅方向（図示X方向）の両側にはハイト方向（図示Y方向）に長く延びる電極層25が形成

されている。

【0034】

前記磁気抵抗効果素子 24 上及び電極層 25 上には  $Al_2O_3$  などで形成された上部ギャップ層 26 が形成され、前記上部ギャップ層 26 上には  $NiFe$  系合金などで形成された上部シールド層 27 が形成されている。

【0035】

前記下部シールド層 22 から前記上部シールド層 27 までを再生用ヘッド (MR ヘッドとも言う) と呼ぶ。

【0036】

図 1 に示すように前記上部シールド層 27 上には、 $Al_2O_3$  などで形成された分離層 28 が形成されている。なお前記上部シールド層 27 及び分離層 28 が設けられておらず、前記上部ギャップ層 26 上に次の下部コア層 29 が設けられていてもよい。かかる場合、前記下部コア層 29 が上部シールド層をも兼ね備える。

【0037】

図 1 では、前記分離層 28 の上に下部コア層 29 が形成されている。前記下部コア層 29 は  $NiFe$  系合金などの磁性材料で形成される。前記下部コア層 29 は記録媒体との対向面からハイト方向 (図示 Y 方向) に所定の長さ寸法で形成される。前記下部コア層 29 の後端面 29a よりもハイト方向後方及び前記下部コア層 29 のトラック幅方向 (図示 X 方向) における両側には非磁性絶縁材料層 31 が設けられている。図 1 に示すように前記下部コア層 29 及び非磁性絶縁材料層 31 の各層の表面は連続した平坦化面である。

【0038】

前記下部コア層 29 上には記録媒体との対向面からハイト方向 (図示 Y 方向) にかけて所定の長さ寸法  $L_1$  (図 4 を参照) で形成された隆起層 32 が形成されている。さらに前記隆起層 32 のハイト方向後端面 32a からハイト方向 (図示 Y 方向) に所定距離離れた位置にバックギャップ層 33 が前記下部コア層 29 上に形成されている。

【0039】

前記隆起層 3 2 及びバックギャップ層 3 3 は磁性材料で形成され、前記下部コア層 2 9 と同じ材質で形成されてもよいし、別の材質で形成されていてもよい。また前記隆起層 3 2 及びバックギャップ層 3 3 は単層であってもよいし多層の積層構造で形成されていてもよい。前記隆起層 3 2 及びバックギャップ層 3 3 は前記下部コア層 2 9 に磁氣的に接続されている。

#### 【0040】

図 1 に示すように、前記隆起層 3 2 とバックギャップ層 3 3 間の下部コア層 2 9 上にはコイル絶縁下地層 3 4 が形成され、前記コイル絶縁下地層 3 4 上には、図 3 に示すようにトラック幅方向（図示 X 方向）に平行に延び、且つ互いに平行に形成された複数本の第 1 コイル片 5 5 がハイト方向に並んで形成されている。なお各第 1 コイル片 5 5 はトラック幅方向（図示 X 方向）からハイト方向に傾斜して延びていてもよい。

#### 【0041】

前記第 1 コイル片 5 5 上は A 1 2 O 3 などの無機絶縁材料で形成されたコイル絶縁層 3 6 で埋められている。図 1 に示すように前記隆起層 3 2 の上面、コイル絶縁層 3 6 の上面、及びバックギャップ層 3 3 の上面は図 1 に示す基準面 A に沿った連続した平坦化面となっている。

#### 【0042】

図 2 及び図 3 に示すように、前記第 1 コイル片 5 5 のトラック幅方向（図示 X 方向）における端部 5 5 a 上には導電性を有する接続層 6 1 が突出形成されている。前記接続層 6 1 の平面形状（すなわち X-Y 平面と平行な方向から切断した面の形状）には図 3 のような楕円形状や円形状、正方形、長方形、菱形等、種々の形状を選択できる。また前記接続層 6 1 は後述するように前記隆起層 3 2 やバックギャップ層 3 3 と同じ材質で形成されていることが製造工程上好ましいが、前記隆起層 3 2 やバックギャップ層 3 3 とは別の材質で形成されていてもよい。また前記接続層 6 1 は単層構造であってもよいし多層の積層構造であってもよい。また前記接続層 6 1 は前記第 1 コイル片 5 5 の端部 5 5 a と電氣的に接続された状態にあるが、「電氣的に接続」とは直接的な接続、間接的な接続を問わず、2 層間に電気が通る状態になっていればよいことを意味する。以下同じである。

**【0043】**

また前記接続層 61 は図 3 を見てわかるように、最も記録媒体との対向面側寄りに形成された第 1 コイル片 55 には図示上側の端部上にだけ前記接続層 61 が設けられているが、それ以外の第 1 コイル片 55 にはトラック幅方向（図示 X 方向）の両側端部上に前記接続層 61 が設けられている。

**【0044】**

図 2 に示すように各第 1 コイル片 55 のトラック幅（図示 X 方向）における端部 55a 上に形成された接続層 61 の上面 61a は上記した基準面 A と同一面上で形成される。すなわち図 1 に示す薄膜磁気ヘッドでは、前記隆起層 32 の上面、コイル絶縁層 36 の上面、バックギャップ層 33 の上面及び接続層 61 の上面 61a が全て同じ平坦化面で形成されている。

**【0045】**

図 1 に示すように前記隆起層 32 及びコイル絶縁層 36 の平坦化面上には、前記記録媒体との対向面からハイト方向（図示 Y 方向）に所定の距離離れた位置からハイト方向に向けて Gd 決め層 38 が形成されている。

**【0046】**

図 1 に示す実施形態では前記 Gd 決め層 38 の前端面 38a は、隆起層 32 上にあり、また前記 Gd 決め層 38 の後端面 38b はコイル絶縁層 36 上にある。

**【0047】**

また図 1 に示すように、記録媒体との対向面から前記 Gd 決め層 38 の前端面 38a までの隆起層 32 上、前記 Gd 決め層 38 の後端面 38b よりハイト方向のコイル絶縁層 36 上、及び前記バックギャップ層 33 上に、下から下部磁極層 39 及びギャップ層 40 が形成されている。前記下部磁極層 39 及びギャップ層 40 はメッキ形成されている。

**【0048】**

また図 1 に示すように前記ギャップ層 40 上及び Gd 決め層 38 上には、上部磁極層 41 がメッキ形成され、さらに前記上部磁極層 41 上には上部コア層 42 がメッキ形成されている。

**【0049】**

この実施の形態では、前記下部磁極層 39、ギャップ層 40、上部磁極層 41 及び上部コア層 42 の 4 層で磁極層 62 が構成されている。

#### 【0050】

図 1 及び図 2 に示すように前記上部コア層 42 の上には、例えば  $Al_2O_3$  などの絶縁材料で形成された絶縁層 58 が形成されている。前記絶縁層 58 は無機絶縁材料で形成されていることが好ましい。この絶縁層 58 は前記磁極層 62 のトラック幅方向（図示 X 方向）の両側に広がるコイル絶縁層 36 上にも形成されている。また図 2 に示すように、前記絶縁層 58 のトラック幅方向（図示 X 方向）における両側端部上から前記磁極層 62 のトラック幅方向における両側にかけてレジストなどの有機絶縁材料で形成された絶縁層 63 が形成されている。無機絶縁材料で形成された絶縁層 58 はスパッタ法などで形成され、前記絶縁層 58 を有機絶縁材料で形成された絶縁層 63 に比べて薄い膜厚で形成することができるため、磁極層 62 と次に説明する第 2 コイル片 56 とを距離的に近づけることができ磁化効率を向上させることができるとともに、前記磁極層 62 のトラック幅方向における両側で、前記磁極層 62 と第 2 コイル片 56 間の絶縁を良好に保つことが可能である。

#### 【0051】

図 1 ないし図 3 に示すように前記絶縁層 58、63 の上に、トラック幅方向（図示 X 方向）からハイト方向（図示 Y 方向）に傾斜して延び、且つ互いに平行に形成された複数本の第 2 コイル片 56 がハイト方向に並んで形成されている。各第 2 コイル片 56 はトラック幅方向（図示 X 方向）に平行な方向に延びて形成されていてもよい。

#### 【0052】

図 3 に示すように、前記第 1 コイル片 55 と第 2 コイル片 56 とは互いに非平行の関係にあり、図 2 及び図 3 に示すように、磁極層 62 の膜厚方向（図示 Z 方向）で対向する第 1 コイル片 55 のトラック幅方向における左側端部 55a と第 2 コイル片 56 のトラック幅方向における左側端部 56a とが接続部 61 を介して電氣的に接続されている。なお図 2 の図示右側に示した点線の接続部 61 は、図面上見えている第 1 コイル片 55 の一つ後ろ側（図示 Y 方向）に位置する第 1

コイル片 55 の右側端部と、図面上見えている第 2 コイル片 56 の右側端部 56b とを電氣的に接続している。

#### 【0053】

このように図 1 に示す薄膜磁気ヘッドでは、前記磁極層 62 の膜厚方向の上下で対向する第 1 コイル片 55 のトラック幅方向における端部と第 2 コイル片 56 のトラック幅方向における端部とが接続部 61 を介して電氣的に接続されてトロイダル状のコイル構造 57 が形成されている。

#### 【0054】

なお図 1 に示す符号 60 の層は  $\text{Al}_2\text{O}_3$  など形成された保護層であり、また図 1 や図 3 に示す符号 59 の層は引出し層である。前記引出し層 59 は最もハイト寄りに形成された第 2 コイル片 56 と一体に繋がって形成されている。

#### 【0055】

図 1 に示す薄膜磁気ヘッドの特徴的部分について以下に説明する。

図 1 に示す薄膜磁気ヘッドでは、複数本の第 1 コイル片 55 が、前記下部コア層 29、隆起層 32 及びバックギャップ層 33 で囲まれた空間内に形成されている。前記下部コア層 29 上に隆起層 32 及びバックギャップ層 33 を隆起形成することで前記第 1 コイル片 55 を形成することができる空間を適切に形成している。特に前記隆起層 32 及びバックギャップ層 33 はメッキ形成されていることが、前記隆起層 32 及びバックギャップ層 33 の膜厚を厚く形成できるから、前記下部コア層 29、隆起層 32 及びバックギャップ層 33 で囲まれる空間を広く取ることができ、前記第 1 コイル片 55 を所定の膜厚で形成しやすい。

#### 【0056】

各第 1 コイル片 55 のトラック幅方向における端部 55a からは接続層 61 が突出形成されているが、この接続層 61 の上面は前記隆起層 32 の上面、バックギャップ層 33 の上面及びコイル絶縁層 36 の上面と同一平面上に形成されているため、前記平坦化面上から前記接続層 61 の上面が露出した状態になっている。

#### 【0057】

このため図 1 に示す薄膜磁気ヘッドでは、前記隆起層 32、コイル絶縁層 36

及びバックギャップ層 33 上に形成される磁極層 62 を前記平坦化面上に形成することができ、前記磁極層 62 を所定形状で形成することが可能になるため、前記磁極層 62 のうち上部磁極層 41 の記録媒体との対向面でのトラック幅方向（図示 X 方向）の幅寸法で決定されるトラック幅  $T_w$  を所定寸法に高精度に形成することができる。この実施形態では前記トラック幅  $T_w$  を  $0.1\ \mu\text{m} \sim 0.3\ \mu\text{m}$  の範囲内で形成することができる。

#### 【0058】

しかも図 1 に示す薄膜磁気ヘッドでは、前記コイル絶縁層 36 と同一の平坦化面から前記接続層 61 の上面 61a が露出しているから、前記接続層 61 の上に前記第 2 コイル片 56 のトラック幅方向（図示 X 方向）における端部を確実且つ容易に電氣的に接続させることが可能であり、前記第 1 コイル片 55 と第 2 コイル片 56 間の電氣的な接触不良を抑制することができる。

#### 【0059】

また上記のようにコイル絶縁層 36 の上面、隆起層 32 の上面、バックギャップ層 33 の上面及び接続層 61 の上面を全て同じ平坦化面で形成することで、薄膜磁気ヘッド全体の薄型化を促進させることができる。

#### 【0060】

また前記隆起層 32 上とバックギャップ層 33 上間を膜面と平行な直線状の前記磁極層 62 で結んで磁路長を形成するため、短磁路化を実現できる。磁路長を短くできるので磁界反転速度を上げることができ、高周波特性に優れた薄膜磁気ヘッドを形成することができる。

#### 【0061】

また前記第 1 コイル片 55 及び第 2 コイル片 56 は導電性に優れた Cu や Au など形成されるが、前記接続層 61 は前記第 1 コイル片 55 及び第 2 コイル片 56 と同じ材質で形成されなくてもよく、導電性を有する材質であれば磁性材料などであってもよい。前記接続層 61 は好ましくは隆起層 32 と同じ磁性材料で形成されており、この結果、前記接続層 61 は前記隆起層 32 やバックギャップ層 33 と同じ工程時に形成できるため製造工程の迅速化を図ることが可能である。

**【0062】**

また上記したように前記コイル絶縁層 36 の上面は平坦化面とされるが、これを実現するには前記コイル絶縁層 36 は  $Al_2O_3$  や  $SiO_2$  などの無機絶縁材料で形成されることが好ましい。

**【0063】**

次に前記磁極層 62 の形状について以下に説明する。図 4 に示す前記磁極層 62 の斜視図は一例である。図 4 では、下部磁極層 39、ギャップ層 40、上部磁極層 41 及び上部コア層 42 の平面形状は、記録媒体との対向面でトラック幅方向（図示 X 方向）に一定の幅寸法を有し、ハイト方向（図示 Y 方向）に向けてこの幅寸法を保ちながら延びる先端部 B と、この先端部 B の両側基端 B1、B1 からハイト方向（図示 Y 方向）に向けてトラック幅方向への幅が徐々に広がる後端部 C とで構成されている。上記したように上部磁極層 41 の記録媒体との対向面のトラック幅方向（図示 X 方向）の幅寸法でトラック幅  $T_w$  が規制される。

**【0064】**

なお前記先端部 B は、記録媒体との対向面からハイト方向に向けて徐々にトラック幅方向への幅寸法が広がる形状であってもよい。かかる場合、前記先端部 B の両側基端 B1 からはハイト方向へさらにトラック幅方向への幅寸法が広がった後端部 C が形成される。

**【0065】**

図 4 に示すようにギャップデプス ( $G_d$ ) は、前記ギャップ層 40 の上面 40a の記録媒体との対向面から前記  $G_d$  決め層 38 に突き当たるまでのハイト方向（図示 Y 方向）への長さで決められる。

**【0066】**

次に下部磁極層 39 及び上部磁極層 41 の材質について説明する。前記下部磁極層 39 及び上部磁極層 41 は、上部コア層 42 や下部コア層 29、隆起層 32 及びバックギャップ層 33 よりも高い飽和磁束密度  $B_s$  を有していることが好ましい。ギャップ層 40 に対向する下部磁極層 39 および上部磁極層 41 が高い飽和磁束密度を有していることにより、ギャップ近傍に記録磁界を集中させ、記録密度を向上させることが可能になる。



## 【0067】

また図1に示すように、前記下部磁極層39及び上部磁極層41はGd決め層38よりもさらにハイト方向（図示Y方向）の後方に延びており、第1コイル片55及び第2コイル片56に近い位置に飽和磁束密度 $B_s$ の高い領域を設けることができる。このため磁束効率を向上させることができ、記録特性に優れた薄膜磁気ヘッドを製造することが可能になる。

## 【0068】

また図1に示すギャップ層40は、非磁性金属材料で形成されて、下部磁極層39上にメッキ形成される。前記非磁性金属材料として、NiP、NiPd、NiW、NiMo、NiRh、Au、Pt、Rh、Pd、Ru、Crのうち1種または2種以上を選択することが好ましく、ギャップ層40は、単層構造でも多層構造で形成されていてもどちらであってもよい。

## 【0069】

なお図1に示す磁極層62は下部磁極層39、ギャップ層40、上部磁極層41及び上部コア層42の4層構造であるが、下部磁極層39、ギャップ層40及び上部磁極層41の3層構造であってもよい。

## 【0070】

図5ないし図7は、いずれも図2に示す薄膜磁気ヘッドの部分正面図とは異なる形態のものである。図5ないし図7は、薄膜磁気ヘッドを構成するMRヘッド、隆起層32及び保護層60等を図面から削除し、最も記録媒体との対向面側に形成された第1コイル片及び第2コイル片等を示した部分正面図である。

## 【0071】

図5に示す薄膜磁気ヘッドでは、図2と異なり、前記磁極層62の上面から側面にかけて有機絶縁材料で形成された絶縁層63が形成されており、図2のように無機絶縁材料で形成された絶縁層58を前記磁極層62の上面にスパッタ成膜していない。それ以外の部分はすべて図2と同じであるため、図5に示す薄膜磁気ヘッドにおいても、前記接続層61の上面61aは前記隆起層32の上面、バックギャップ層33の上面及びコイル絶縁層36の上面と同一平面上に形成されており、その結果、前記磁極層62を前記平坦化面上に形成することができ、前

記磁極層 6 2 を所定形状で形成することが可能になっている。

【0072】

また前記コイル絶縁層 3 6 と同一の平坦化面から前記接続層 6 1 の上面 6 1 a が露出しているから、前記接続層 6 1 の上に前記第 2 コイル片 5 6 のトラック幅方向（図示 X 方向）における端部を確実に容易に電氣的に接続させることができる。

【0073】

図 6 に示す薄膜磁気ヘッドでは、基準面 A よりも下の層の構成は図 2 と同じである。すなわち下部コア層 2 9、隆起層 3 2 及びバックギャップ層 3 3 に囲まれた空間内に複数本の第 1 コイル片 5 5 が設けられ、この第 1 コイル片 5 5 のトラック幅方向（図示 X 方向）における端部 5 5 a から突出形成された接続層（以下では下側接続層という）6 1 の上面 6 1 a が、前記隆起層 3 2 の上面、コイル絶縁層 3 6 の上面及びバックギャップ層 3 3 の上面と同一平面上で形成されている。

【0074】

図 6 では前記磁極層 6 2 は平坦化面の隆起層 3 2 の上面、コイル絶縁層 3 6 の上面及びバックギャップ層 3 3 の上面に所定形状で高精度に形成されており、さらに前記磁極層 6 2 のトラック幅方向（図示 X 方向）の両側には、前記下側接続層 6 1 と電氣的に接続する第 1 持ち上げ層 7 0 が形成されている。

【0075】

この第 1 持ち上げ層 7 0 は、例えば前記磁極層 6 2 の形成と同時に前記磁極層 6 2 と同じ材質を用いてメッキ形成される。このため前記第 1 持ち上げ層 7 0 の上面 7 0 a は前記磁極層 6 2 の上面 6 2 a と同じ高さ位置で形成される。また前記磁極層 6 2 は下部磁極層 3 9、ギャップ層 4 0、上部磁極層 4 1 及び上部コア層 4 2 の 4 層構造であるため、前記第 1 持ち上げ層 7 0 もこれらの 4 層構造で形成される。この実施の形態では前記ギャップ層 4 0 を導電性の NiP でメッキ形成しているため、前記第 1 持ち上げ層 7 0 を前記磁極層 6 2 の形成と同時に前記磁極層 6 2 と同じ材質を用いてメッキ形成することが可能になっている。

【0076】

前記第1持ち上げ層70の上にはCuなどの導電性の第2持ち上げ層71が形成され、前記第2持ち上げ層71と第1持ち上げ層70とが電氣的に接続されている。この実施の形態では、前記第1持ち上げ層70の図示X-Y平面と同一平面での面積が、前記下側接続層61の図示X-Y平面と同一平面での面積及び第2持ち上げ層71の図示X-Y平面と同一平面での面積に比べて大きくなっているが、これらの層の前記面積の大小関係は特に制限されない。

#### 【0077】

図6では前記第1持ち上げ層70と第2持ち上げ層71の2層で上側接続層72が構成されている。

#### 【0078】

図6に示すように前記磁極層62の上面及びトラック幅方向における側面がA1203などの無機絶縁材料で形成された絶縁層73で覆われており、またこの絶縁層73は前記上側接続層72の周囲にも形成されている。

#### 【0079】

図6に示すように前記絶縁層73の上面73aと前記上側接続層72の上面72aは基準面Fに沿った同じ平坦化面で形成されている。

#### 【0080】

そして平坦化された前記絶縁層73上及び上側接続層72上に、トラック幅方向（図示X方向）に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向（図示Y方向）に傾斜して延びるとともに前記第1コイル片55と非平行を成し、且つ互いに平行に形成された複数本の第2コイル片56がハイト方向に並んで形成されている。

#### 【0081】

図6に示すように前記第2コイル片56のトラック幅方向（図示X方向）における端部56a、56bは前記上側接続層72の上面72aと電氣的に接続し、これによって第1コイル片55、下側接続層61、上側接続層72及び第2コイル片56から成るトロイダル状のコイル構造が形成されている。

#### 【0082】

図6に示す形態では、前記下側接続層61と電氣的に接続する前記上側接続層

72を設け、前記磁極層62上を覆う絶縁層73の上面73aを平坦化面で形成するとともに、この平坦化面と同一面に前記上側接続層72の上面72aを露出させている。

#### 【0083】

従って前記第2コイル片56を平坦化された絶縁層73の上に形成できるため、前記第2コイル片56を所定形状で形成できるとともに、図2や図5のように前記第2コイル片56のトラック幅方向における両側を下方に屈曲させて基準面Aから露出する接続層（下側接続層）61の上面と前記第2コイル片56とを接続させるよりも、前記第2コイル片56が形成される位置と同位置まで前記接続層を持ち上げ、前記上側接続層72の上面72aを基準面Fから露出させることで、前記第2コイル片56のトラック幅方向における端部56a、56bと前記上側接続層72との電気的な接続をより確実且つ容易に行うことが可能になっている。また図6のような形態にすることで前記第2コイル片56と磁極層62間の絶縁性もより好ましいものになる。

#### 【0084】

図7は図6に示すコイル構造の変形例であり、図7では前記下側接続層61と電気的に接続する上側接続層72を単層構造で形成している。前記上側接続層72はCuなどの導電性材料で形成される。この図7でも図6と同様に前記上側接続層72の上面72aを前記磁極層62の上面を覆う絶縁層73の上面73aと同一の平坦化面とし、前記平坦化面から前記上側接続層72の上面72aを露出させている。このため前記第2コイル片56を所定形状で形成できるとともに、前記第2コイル片56のトラック幅方向における端部56a、56bと前記上側接続層72との電気的な接続をより確実且つ容易に行うことが可能になっている。

#### 【0085】

なお前記上側接続層72の構造は図6のように2層の積層構造や図7の単層構造に限定されるものではなく3層以上の積層構造であってもよい。

#### 【0086】

また図6及び図7に示す実施の形態では、共に磁極層62下のコイル絶縁層3

6の上面と下側接続層61の上面とが基準面Aに沿った同一の平坦化面で形成されているが、前記コイル絶縁層36の上面と下側接続層61の上面との形成位置関係を限定せず、少なくとも前記磁極層62上を覆う絶縁層73の上面73aと上側接続層72の上面72aとが同一の平坦化面で形成された形態であってもよい。

#### 【0087】

図1に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を図8ないし図16に示す製造工程図を用いて以下に説明する。なお図1に示す下部コア層29から第2コイル片56までの各層の形成方法について説明する。また図8ないし図16に示す製造工程図は製造途中の薄膜磁気ヘッドの縦断面図（すなわち図示Y-Z平面と平行な平面から切断した断面図）である。

#### 【0088】

図8に示す工程では、NiFe系合金等からなる下部コア層29をメッキ形成し、前記下部コア層29のハイト側後端面よりもハイト方向（図示Y方向）や前記下部コア層29のトラック幅方向（図示X方向）の両側をAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などの非磁性絶縁材料層31によって埋めた後、CMP技術等を用いて前記下部コア層29表面及び非磁性絶縁材料層31表面を研磨加工し、平らな面とする。

#### 【0089】

次に図9に示す工程では、前記下部コア層29表面及び非磁性絶縁材料層31表面にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などのコイル絶縁下地層34をスパッタ等で形成する。次に前記コイル絶縁下地層34上に第1コイル片55をパターン形成する。前記第1コイル片55はCuなどの非磁性導電材料でメッキ形成されたものである。

#### 【0090】

前記第1コイル片55は複数本設けられ、各第1コイル片55はトラック幅方向（図示X方向）に平行にあるいはトラック幅方向（図示X方向）からハイト方向（図示Y方向）に傾斜して延び、且つ互いに平行に形成されている。

#### 【0091】

次に図10に示す工程では、前記コイル絶縁下地層34上にレジスト層75を塗布し、このレジスト層75に露光現像により穴部75a、75bを形成する。

前記穴部 75 a は、記録媒体との対向面から前記第 1 コイル片 55 のうち最も前記対向面寄りの前記第 1 コイル片 55 の前端面付近まで、前記穴部 75 b は、前記下部コア層 29 の基端部付近に設けられ、各穴部 75 a、75 b から露出するコイル絶縁下地層 34 をエッチングで除去した後、前記穴部 75 a 内から露出する前記下部コア層 29 上に隆起層 32 をメッキ形成し、同じ工程時に、前記穴部 75 b 内から露出する前記下部コア層 29 の基端部上にバックギャップ層 33 をメッキ形成する。前記隆起層 32 及びバックギャップ層 33 と下部コア層 29 間にはコイル絶縁下地層 34 は無く、これらの層は磁氣的に接続された状態になっている。

#### 【0092】

図 11 は、図 10 とは別の部分を切断して示した薄膜磁気ヘッドの部分縦断面図である。図 11 は例えば前記第 1 コイル片 55 のトラック幅方向（図示 X 方向）における右側端部付近を Y-Z 平面と平行な方向に切断した部分縦断面図である。

#### 【0093】

図 11 に示す工程は図 10 と同じ工程時に行われるものであり、図 11 に示すように前記レジスト層 75 には前記第 1 コイル片 55 のトラック幅方向における端部にまで貫通する穴部 75 c が露光現像によって形成されており、前記穴部 75 c から前記第 1 コイル片 55 のトラック幅方向における端部の上面が露出している。そして図 10 工程で隆起層 32 及びバックギャップ層 33 を NiFe 合金などの磁性材料を用いてメッキ形成すると同時に、同じ材質を用いて図 11 に示す穴部 75 c 内に接続層 61 をメッキ形成する。

#### 【0094】

このように図 10 及び図 11 工程によれば、前記隆起層 32、バックギャップ層 33 及び接続層 61 を同時に且つ同じ材料で形成しており、これによって製造工程の迅速化を図ることができ、また前記接続層 61 の形成を容易化することができる。なお前記接続層 61 の形成は、前記隆起層 32 及びバックギャップ層 33 の形成よりも前あるいは後に、別の工程を用いて行ってもよい。かかる場合、前記接続層 61 を前記隆起層 32 やバックギャップ層 33 とは別の材質、例えば

Cuなどの導電材料で形成することが可能である。

#### 【0095】

次に前記レジスト層75を除去する。そして図12に示す工程では、前記第1コイル片55上、前記隆起層32上及びバックギャップ層33上をAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などのコイル絶縁層36で覆う。前記コイル絶縁層36をスパッタ等で形成する。またこの際、図13に示すように前記コイル絶縁層36によって前記第1コイル片55のトラック幅方向の端部上に形成された接続層61上も覆う。

#### 【0096】

そして図12及び図13に示すD-D線まで前記コイル絶縁層36、隆起層32、バックギャップ層33及び接続層61をX-Y平面と平行な方向からCMP技術等を用いて削り込む。削り込みを終了した時点を示したのが図14である。

#### 【0097】

図14では隆起層32の上面、コイル絶縁層36の上面、バックギャップ層33の上面、さらには図示されていないが前記接続層61の上面が基準面Aに沿った平坦化面として形成される。そして図14に示すように第1コイル片55は、前記コイル絶縁層36内に完全に埋められた状態になっている。なお前記研削加工を適切に行うには前記コイル絶縁層36がAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などの無機絶縁材料で形成されていることが必要である。例えば前記コイル絶縁層36が有機絶縁材料で形成された場合、上記の研削加工を施しても前記有機絶縁材料のねばり気によって適切に削り込むことができず平坦化加工を行うことが難しいからである。

#### 【0098】

次に図15工程では、記録媒体との対向面からハイト方向（図示Y方向）に所定距離だけ離れた位置にGd決め層38を形成する。前記Gd決め層38は無機絶縁材料や有機絶縁材料で形成される。

#### 【0099】

次に図16に示す工程では、メッキに必要な例えばNiFe合金やFeCo合金から成るメッキシード膜（図示しない）を形成した後、例えば平面形状が図4に示す先端部Bと後端部Cとからなるパターン65aが設けられたレジスト層65を形成し、このパターン65a内に下から下部磁極層39、ギャップ層40、

上部磁極層 4 1 及び上部コア層 4 2 を連続してメッキ形成する。

【0100】

前記下部磁極層 3 9、ギャップ層 4 0、上部磁極層 4 1 及び上部コア層 4 2 の平面形状は、記録媒体との対向面からハイト方向（図示 Y 方向）に向けて細長形状の先端部 B と、この先端部 B の両側基端 B 1 からハイト方向にトラック幅方向（図示 X 方向）が広がる後端部 C とで構成されている。またこのとき前記上部磁極層 4 1 の前記対向面でのトラック幅方向（図示 X 方向）への幅寸法でトラック幅  $T_w$  が規制される。そして前記レジスト層 6 5 を除去する。

【0101】

この図 1 6 工程では、前記下部磁極層 3 9、ギャップ層 4 0、上部磁極層 4 1 及び上部コア層 4 2 からなる磁極層 6 2 を、平坦化されたコイル絶縁層 3 6 上、隆起層 3 2 上及びバックギャップ層 3 3 上に形成できる点で効果的である。すなわち前記磁極層 6 2 を前記コイル絶縁層 3 6 上、隆起層 3 2 上及びバックギャップ層 3 3 上に所定形状に高精度に形成でき、これにより、前記トラック幅  $T_w$  を所定寸法で形成することが可能である。

【0102】

また図 1 6 の工程の次には、図 2 で示す絶縁層 5 8、6 3 を形成し、有機絶縁材料で形成された絶縁層 6 3 に露光現像で穴部を空けて前記穴部内から前記接続層 6 1 の上面 6 1 a を露出させた後、前記絶縁層 5 8、6 3 上から前記接続層 6 1 の上面 6 1 a にかけて第 2 コイル片 5 6 をパターン形成する。前記第 2 コイル片 5 6 は例えば Cu などの非磁性導電材料でメッキ形成される。また前記第 2 コイル片 5 6 は複数本設けられ、各第 2 コイル片 5 6 はトラック幅方向（図示 X 方向）に平行にあるいはトラック幅方向からハイト方向（図示 Y 方向）に傾斜して延びるとともに前記第 1 コイル片 5 5 と非平行を成し、且つ互いに平行に形成されたものである。

【0103】

上記した製造方法によれば図 1 2 及び図 1 3 工程で CMP 技術等を用いて、基準面 A に沿って、コイル絶縁層 3 6、隆起層 3 2、バックギャップ層 3 3 及び接続層 6 1 の上面を同じ平坦化面として形成しているため、前記接続層 6 1 の上面



61aは前記平坦化面から露出した状態にあり、そのため前記第2コイル片56のトラック幅方向（図示X方向）における端部56a、56bを前記接続層61の上面61aに確實且つ容易に接続させやすくなっている。

#### 【0104】

図17ないし図19は、図6に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す一工程図であり、図面から隆起層32等を削除して示した部分正面図である。

#### 【0105】

基準面Aまでの製造工程は上記した通りである。図17工程では平坦化されたコイル絶縁層36の上面、隆起層32の上面及びバックギャップ層33の上面に磁極層62をメッキ形成すると同時に同じ材質で第1持ち上げ層70を前記基準面Aから露出した接続層61の上面61aにメッキ形成する。なお図17には図示していないが、図16工程で使用するレジスト層65に露光現像によって前記第1持ち上げ層70を形成するための穴部を設け、その穴部内に前記第1持ち上げ層70をメッキ形成していく。

#### 【0106】

さらに上記したレジスト層65を除去し、新たなレジスト層76を前記磁極層62上、コイル絶縁層36上及び第1持ち上げ層70上に塗布した後、露光現像によって前記レジスト層76に前記第1持ち上げ層70の上面にまで貫通する穴部76aを設け、この穴部内に第2持ち上げ層71をメッキ形成していく。

#### 【0107】

また図17工程で第1持ち上げ層70の形成を行わず、図18工程で前記レジスト層76に前記接続層（下側接続層）61の上面61aにまで貫通する穴部を設け、この穴部内に単層の上側接続層72をメッキ形成してもよい。かかる場合、完成した薄膜磁気ヘッドの部分正面図は図7と同じになる。

#### 【0108】

なお少なくとも前記上側接続層72の上面は、前記磁極層62の上面よりも高い位置になくてはならない。

#### 【0109】

次に図18に示すレジスト層76を除去した後、図19工程では、前記磁極層

62の上面、コイル絶縁層36の上面及び上側接続層72の上面をA12O3などの無機絶縁材料からなる絶縁層73で覆い、前記絶縁層73及び上側接続層72をCMP技術等を用いて図面のE-E線まで削り、前記絶縁層73の上面と上側接続層72の上面を同じ平坦化面に加工する。この研削工程で前記磁極層62の上面が露出してはいけなない。なお前記研削加工を適切に行うには前記絶縁層73がA12O3などの無機絶縁材料で形成されていることが必要である。例えば前記絶縁層73が有機絶縁材料で形成された場合、上記の研削加工を施しても前記有機絶縁材料のねばり気によって適切に削り込むことができず平坦化加工を行うことが難しいからである。

#### 【0110】

図19工程で前記磁極層62は前記絶縁層73に完全に覆われた状態になるとともに、平坦化された前記絶縁層73の表面と同一面から前記上側接続層72の上面72aが露出した状態になる。

#### 【0111】

次に前記絶縁層73上及び前記上側接続層72の上面72aに前記第2コイル片56をパターン形成するが、図19の工程のように前記磁極層62上を覆う絶縁層73を平坦化面とすることで、その上に形成される前記第2コイル片56を平坦化面上に形成でき、前記第2コイル片56を所定形状で形成することが可能になる。しかも前記絶縁層73と同一面上に上側接続層72の上面72aが露出することから、前記第2コイル片56のトラック幅方向における端部を図2や図5のように屈曲させなくても、前記上側接続層72の上面72aに前記第2コイル片56の端部を設置することができ、従ってより確実且つ容易に前記第2コイル片56のトラック幅方向における端部と前記上側接続層72の上面72aとを電氣的に接続させることが可能である。

#### 【0112】

以上、詳述した本発明における薄膜磁気ヘッドは、例えばハードディスク装置などに搭載される磁気ヘッド装置に内蔵される。前記薄膜磁気ヘッドは浮上式磁気ヘッドあるいは接触式磁気ヘッドのどちらに内蔵されたものでもよい。また前記薄膜磁気ヘッドはハードディスク装置以外にも磁気センサ等に使用できる。

**【0113】****【発明の効果】**

以上、詳細に説明した本発明によれば、下部コア層、隆起層及びバックギャップ層で囲まれた空間内に第1コイル片を形成し、前記第1コイル片上を覆うコイル絶縁層の上面を平坦化面で形成しているとともに、この平坦化面と同一面上に前記第1コイル片の端部から突出形成された接続層の上面を露出させている。

**【0114】**

従って前記コイル絶縁層の上に形成される磁極層を平坦化面上に形成できるため、前記磁極層を所定形状に形成でき、この結果、トラック幅 $T_w$ を所定の寸法で形成することが可能であり、さらに前記磁極層上に形成される第2コイル片と前記コイル絶縁層の上面から露出する接続層の上面とを確実に容易に接続させることができる。また前記磁極層上に形成される絶縁層を平坦化面とし、この平坦化面から前記接続層（下側接続層）と電氣的に接続する上側接続層の上面を露出させることもでき、かかる場合、前記第2コイル片を平坦化面上に形成でき、前記第2コイル片を所定形状に形成できるとともに、前記第2コイル片と前記上側接続層の上面とをより確実に容易に接続させることが可能となる。

**【図面の簡単な説明】****【図1】**

本発明における第1の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す縦断面図、

**【図2】**

図1に示す薄膜磁気ヘッドの部分正面図、

**【図3】**

図1に示す薄膜磁気ヘッドのコイル層のコイル形状を示す部分平面図、

**【図4】**

図1に示す薄膜磁気ヘッドの部分拡大斜視図、

**【図5】**

本発明における第2の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図、

**【図6】**

本発明における第3の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図、

**【図 7】**

本発明における第 4 の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図、

**【図 8】**

本発明の図 1 の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す一工程図、

**【図 9】**

図 8 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

**【図 10】**

図 9 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

**【図 11】**

図 10 に示す工程と同時に行なわれる一工程図、

**【図 12】**

図 10 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

**【図 13】**

図 12 に示す工程と同時に行なわれる一工程図、

**【図 14】**

図 12 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

**【図 15】**

図 14 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

**【図 16】**

図 15 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

**【図 17】**

本発明の図 6 の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す一工程図、

**【図 18】**

図 17 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

**【図 19】**

図 18 に示す工程の次に行なわれる一工程図、

**【符号の説明】**

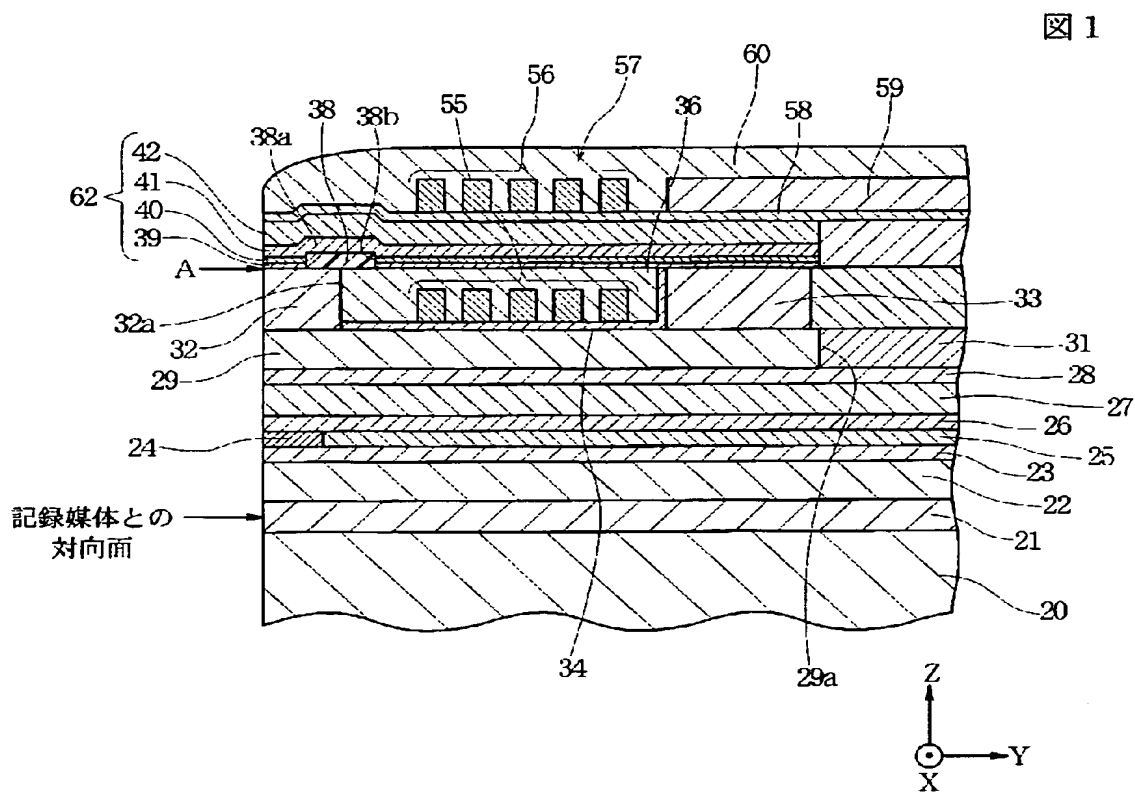
29 下部コア層

32 隆起層

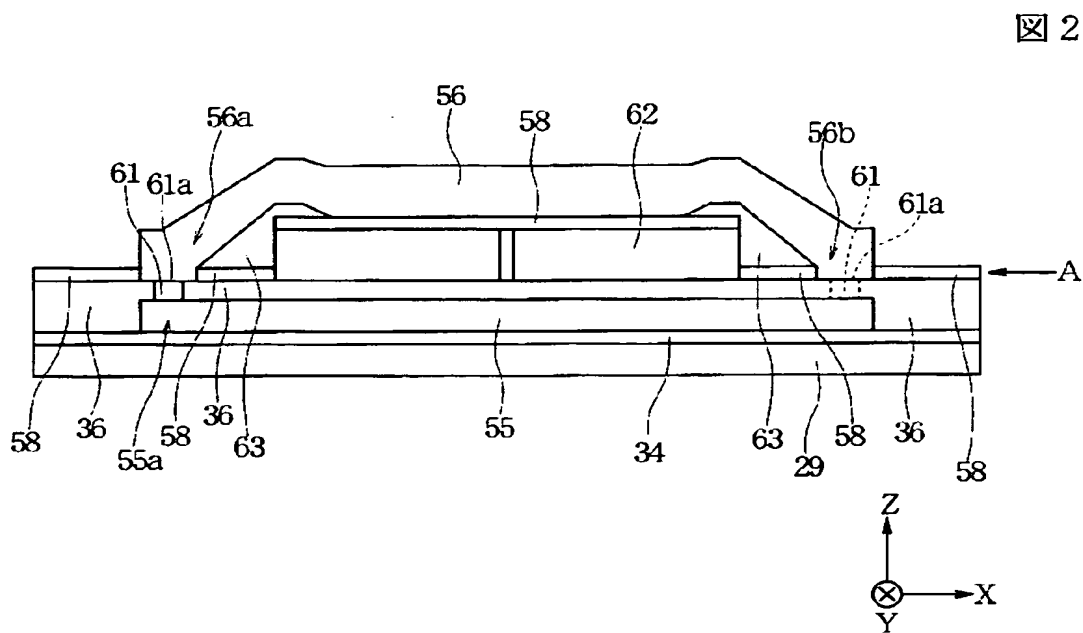
- 3 3 バックギャップ層
- 3 6 コイル絶縁層
- 5 5 第 1 コイル片
- 5 6 第 2 コイル片
- 5 8、6 3、7 3 絶縁層
- 6 1 接続層（下側接続層）
- 6 2 磁極層
- 6 5、7 5 レジスト層
- 7 0 第 1 持ち上げ層
- 7 1 第 2 持ち上げ層
- 7 2 上側接続層

【書類名】 図面

【図 1】

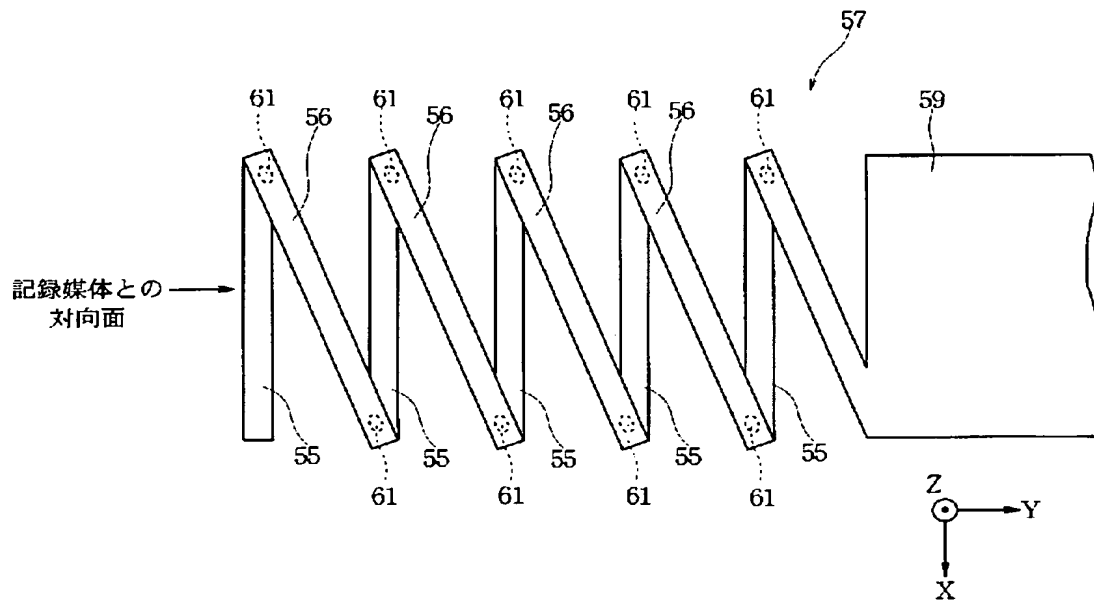


【図 2】



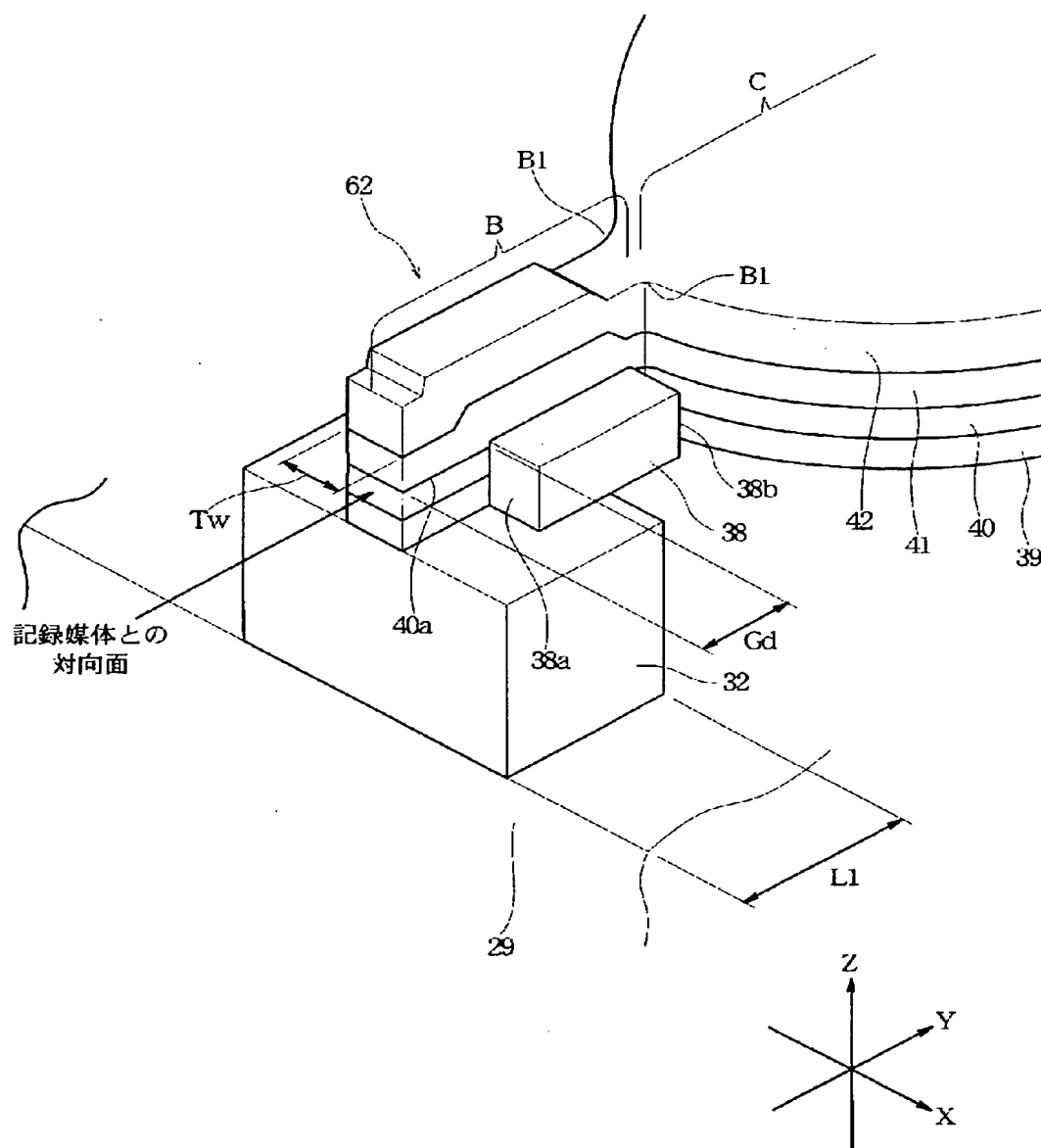
【図 3】

図 3



【図 4】

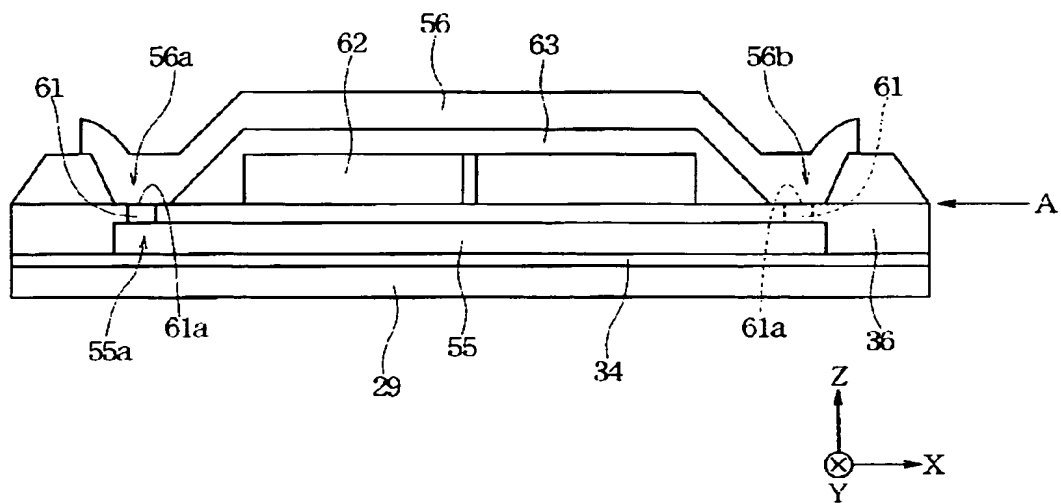
图 4





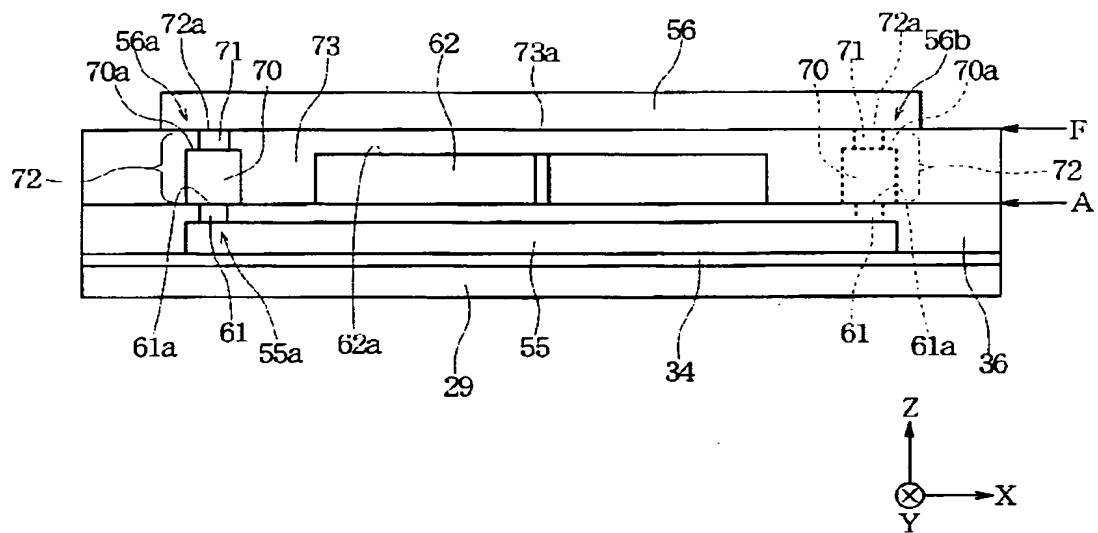
【図 5】

図 5



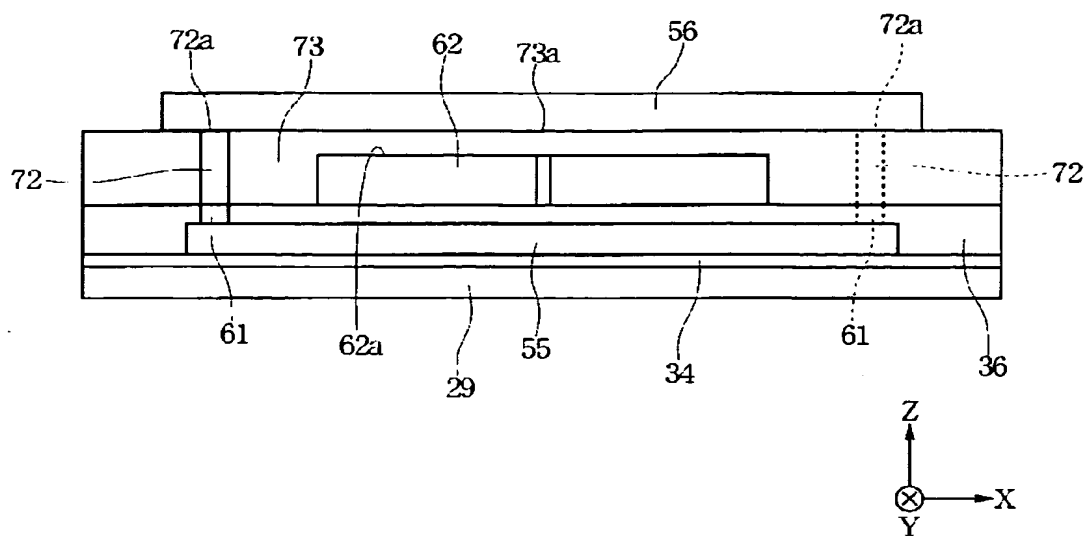
【図 6】

図 6



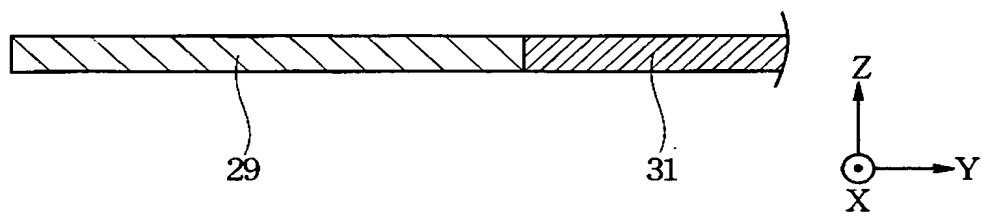
【図 7】

図 7



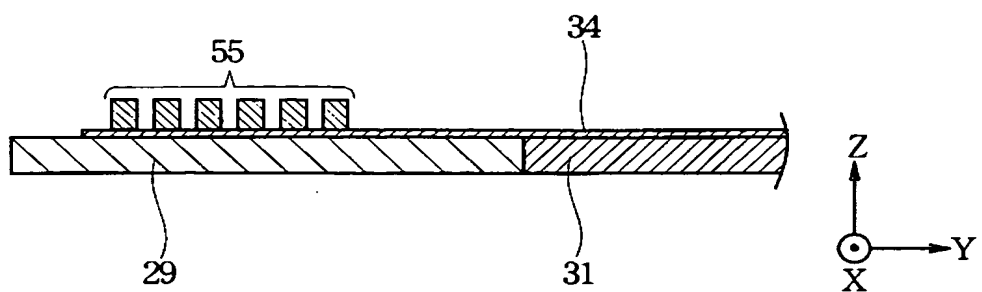
【図 8】

図 8

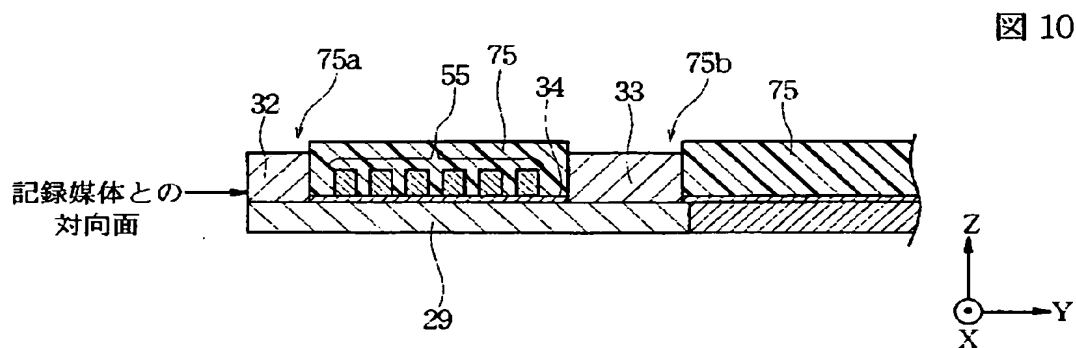


【図 9】

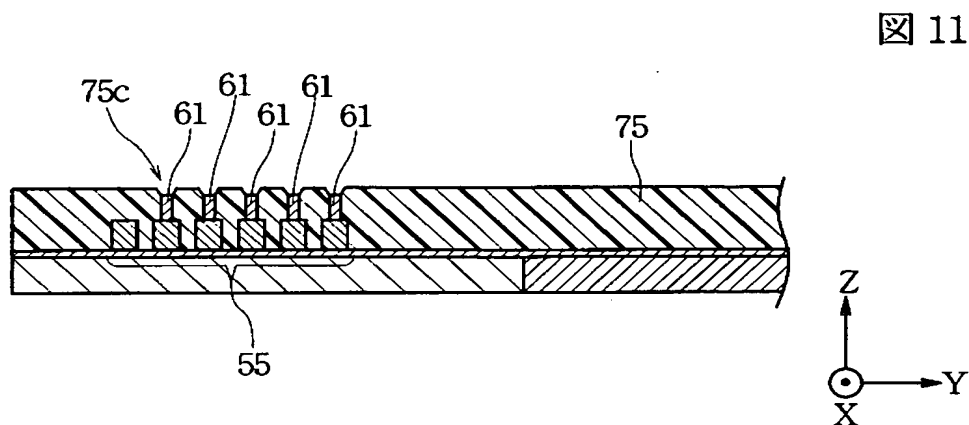
図 9



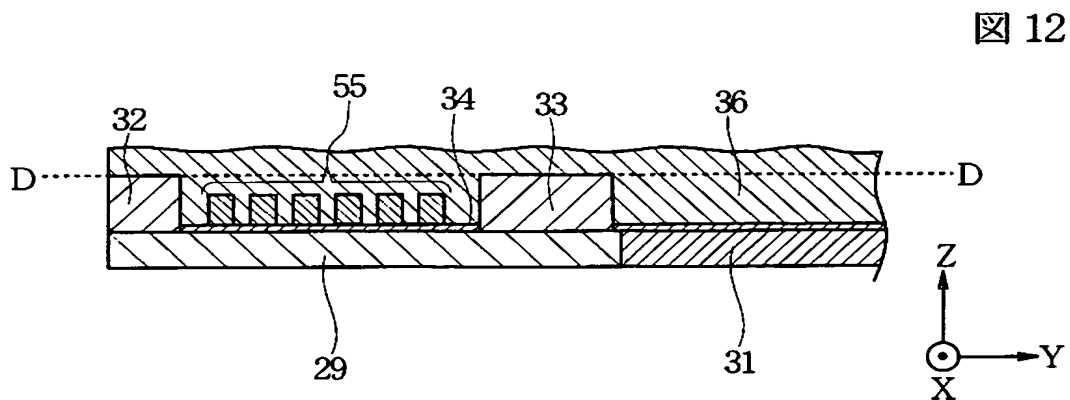
【図 10】



【図 11】

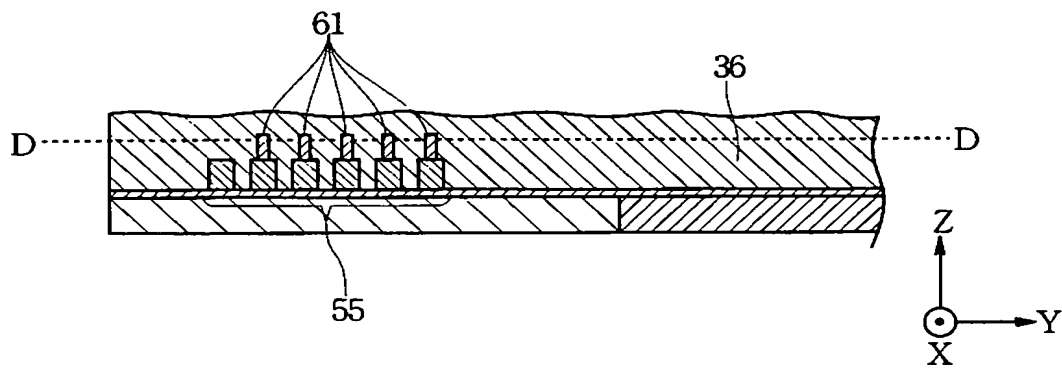


【図 12】



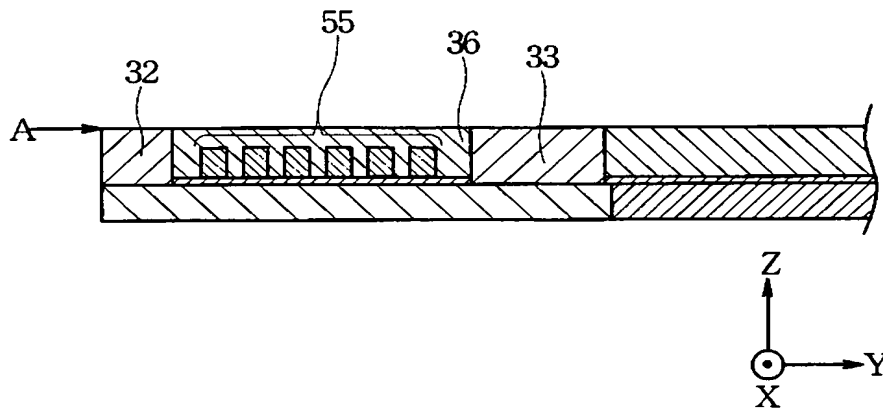
【図 13】

図 13



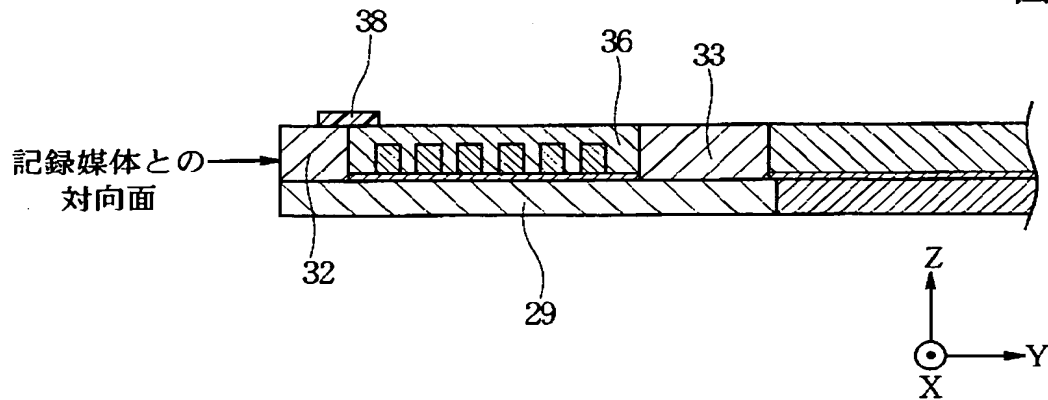
【図 14】

図 14



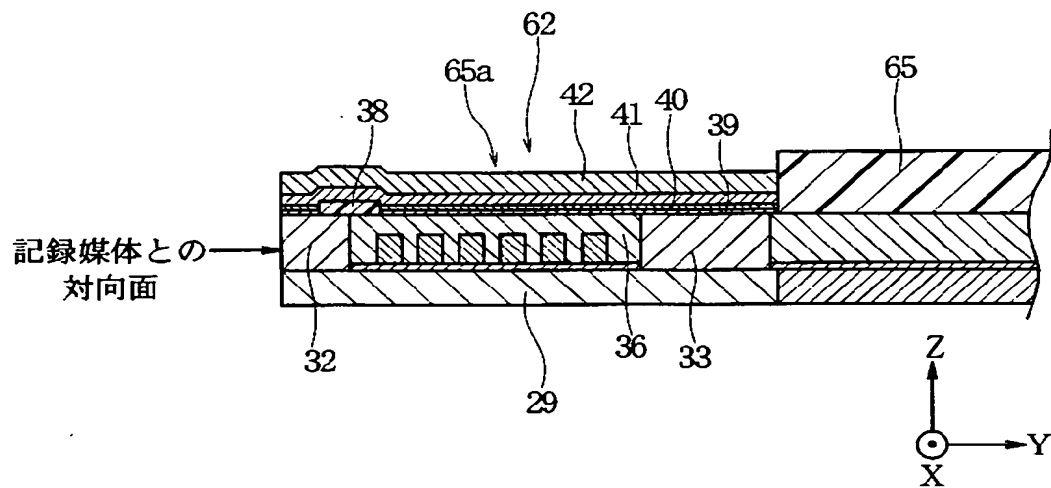
【図 15】

図 15



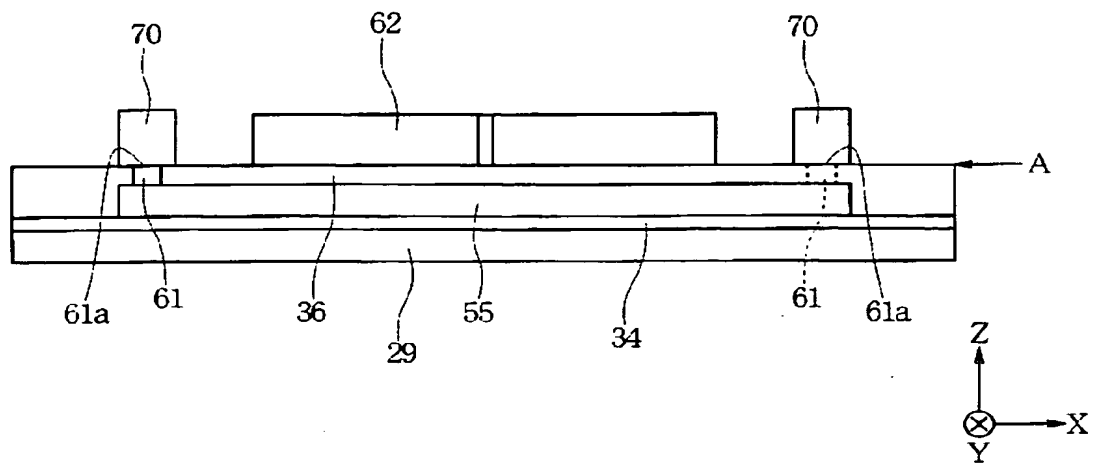
【図 16】

図 16



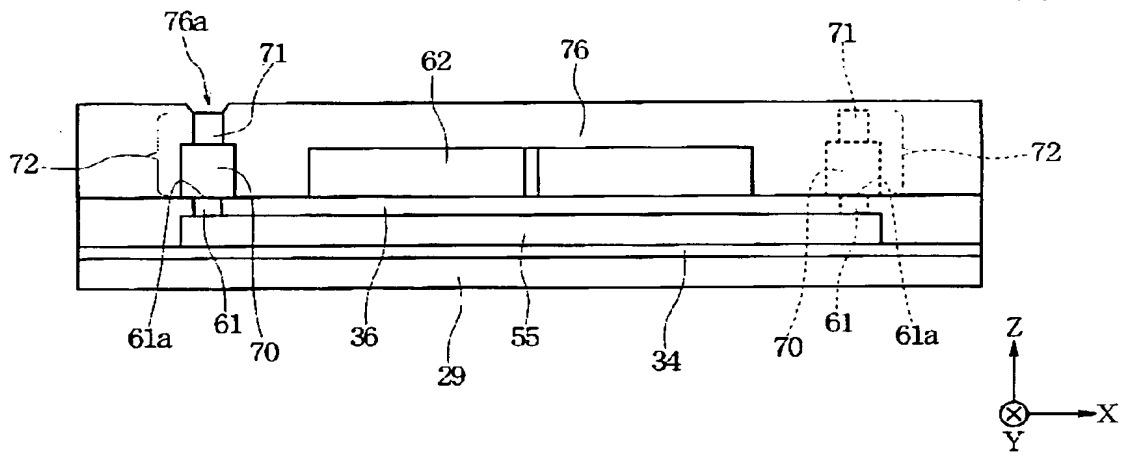
【図 17】

図 17



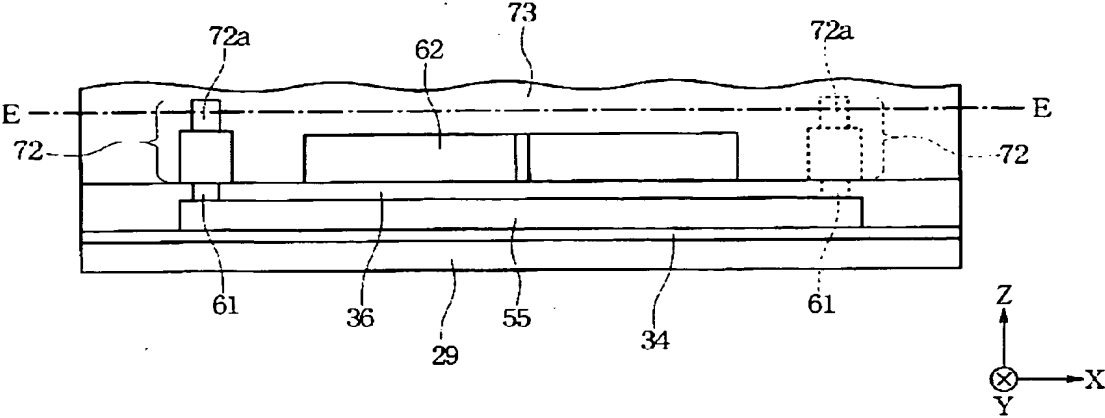
【図 18】

図 18



【図 19】

図 19



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 磁極層を挟んで上下に形成される第1コイル片と第2コイル片との電氣的な接続を确实且つ容易に行うことができるとともに、前記磁極層を平坦化面上に形成することが可能な薄膜磁気ヘッド及びその製造方法を提供することを目的としている。

【解決手段】 コイル絶縁層36の上に形成される磁極層62を平坦化面上に形成できるため、前記磁極層を所定形状に形成でき、この結果、トラック幅Twを所定の寸法で形成することが可能であり、さらに前記磁極層62上に形成される第2コイル片56と前記コイル絶縁層36の上面から露出する接続層61の上面61aとを确实且つ容易に接続させることができる。

【選択図】 図2



特願 2 0 0 2 - 3 3 9 3 6 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 1 0 0 9 8 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号

氏 名

アルプス電気株式会社